

Bestämning av kväveupptag i spannmåls- grödor med fjärranalys - Vill du slippa klippa?



SLF projekt nummer H0760016

Pilotprojekt

Anna Nyberg, Lena Engström och Maria Stenberg

Innehåll:

Tack.....	2
Bakgrund.....	3
Material och metoder.....	3
Götala 2007	4
Lanna 2002.....	4
Kväveleverans försök: Korn och höstvet, 2003-2004	4
Resultat och diskussion	6
Götala 2007	6
Lanna 2002.....	7
Kväveleverans försök: Korn, 2003-2004	8
Kväveleverans försök: Höstvet, 2003-2004	8
Slutsats	9
Publikationer	9
Övrig resultatförmedling till näringen	9

Tack

Till Anders Andersson och Carl-Magnus Olsson på Yara för öppnandet av alla gamla filer och omräkningen till de nya spannmålsindexen.

Till Sofia Delin, SLU Skara som delade med sig av material från försök PA-7031.

Till Thomas Börjesson, Lantmännen, för det stora materialet från kväveleveransförsöken.

Samt till Knud Nissen, Lantmännen POS för värdefulla synpunkter på resultaten.

Bakgrund

Syftet med det föreslagna projektet är att utveckla en metod för bestämning av kväveinnehåll i ovanjordiska delar av växten i spannmålsgrödor. Vi skall undersöka om vi kan ersätta grödklippningar och kemiska analyser av kväveinnehåll i spannmålsgrödor med indirekta mätningar av grödornas kväveinnehåll med handburen Yara N-sensor. Målet är att kunna förenkla forskningsarbete och skapa en stabil grund för att kunna använda fjärranalys av grödan som ett fältanalysinstrument i rådgivningen.

Idag finns ett antal index och våglängdskvoter som korrelerar till grödans kväveinnehåll vid olika utvecklingsstadier framtagna för N-sensor av bl.a. YARA och fristående forskare. Dessa finns främst för utvecklingsstadier där kompletteringsgödsling är aktuellt. Vi skall validera dessa vid ett flertal utvecklingsstadier under svenska förhållanden där det är relevant att kvantifiera kväveinnehåll. Säkerheten i att använda dessa skall bedömas. Kan vi använda kalibreringar som är stabila kan vi ersätta de idag dyra och ofta mycket varierande grödklippningarna med säkra, enkla, snabba och billiga indirekta mätningar.

Vi vill i det föreslagna projektet besvara följande frågeställningar:

Är N-sensorn tillräckligt bra som verktyg för bestämning av kväveinnehåll i spannmålsgrödor i såväl forsknings-, försöks- och rådgivningsverksamhet under svenska förhållanden?
I vilka utvecklingsstadier kan vi använda N-sensorn hos de olika grödorna höstvetete korn och havre?

Målet att utveckla en säker och billig metod för bestämning av kväveinnehåll i grödor är av stor nytta inom forskningsprojekt där man vill bestämma grödans kväveinnehåll vid så många tillfällen som möjligt och där kostnaden för grödklippningar dels gör projekten dyra och dels innebär att man ofta måste begränsa sig till få tidpunkter och utvalda led. Med en indirekt metod kan vi snabbt och billigt mäta alla parceller och led vid ett flertal tillfällen till en betydligt lägre kostnad än när grödklippningar används. Projekten kommer då att kunna ge säkrare svar genom högre upplösning i data samt bli billigare. Vi kan också uppnå ett kraftfullt rådgivningsverktyg som är säkert och billigt.

Material och metoder

I den här undersökningen har vi använt oss av befintliga mätningar och klippningar från ett antal olika försöksplatser. Dessa har inte haft som syfte att göra en modell för att prediktera kväveinnehåll i grödan. Materialet kommer dels från ett försök med en kvävestege, ett växtskyddsförsök med samma gödsling i alla rutor och från försök med en mängd mätningar i nollrutor, dvs ogödslade rutor.

Vid användning av äldre material får man också tänka på vilken handburen sensor som har använts, i det äldre materialet har en långhalsad äldre typ av sensor använts medan det i nya försök används en korthalsad. Si1 är ett kvotindex mellan de våglängder som sensorn registrerar. För de äldre mätningarna kan uträkningarna av Si1-indexet variera då kvoten ständigt förbättrades. Från Si1 får man ut S1CER som ger SN-värdet som ska motsvara växtens kväveupptag. Då vi ville använda de aktuella S1CER och SN-indexen räknade Yara fram dessa senaste versioner ur ursprungsmaterialet. Här har det varit viktigt att använda rätt extraktionsprogram och kalibreringsprogram till rätt sensor. Omvandlingen av det äldre råmaterialet till nya index har ibland inte fungerat och vissa mätningar fick därför plockas bort.

I dataprogrammet Unscrambler utförs en linjär regression med fullständig korsvalidering för att testa en modell. Fullständig korsvalidering betyder att man plockar bort alla prov, ett i taget och försöker att förutsäga värdet av detta med hjälp av de resterande proven. Några modeller gjordes med systematisk korsvalidering där alla prov från ett klipptillfälle togs bort och dessa försöktes predikteras med prov från ett annat klipptillfälle. Resultatet av valideringen säger hur bra modellen är. RMSEP (Root Mean Square Error of Prediction) är valideringen medelfel. Ett sätt att värdera medelfelet är att använda RPD som är standardavvikelsen delat med medelfelet, om RPD är 1 är felet lika stort som spridningen, är värdet under två anses resultatet mindre bra.

Götala 2007

Försöket PA-7031 på Götala mättes med den korthalsade sensorn: 519. Grödan var havre av sorten Kerstin. I försöket fanns en kvävestege med 7 steg: 0, 45, 70, 90, 100, 110, 135 kg N ha⁻¹. N-sensormätningar och klippningar utfördes vid tre tillfällen, vid varje tillfälle klipptes ett block dvs 7 rutor. Datum för mätningarna var 28 maj, 15 juni och 28 juni 2007. Havrens utvecklingsstadium var vid dessa tillfällen 30, 37 och 51.

Lanna 2002

I försöket DO-1131 på Lanna odlades höstvetete av sorten Lars. Alla rutorna i försöket är gödslade med 140 kg N ha⁻¹. N-sensormätningar utfördes vid tre tillfällen med den långhalsade sensorn nr. 6. Vid varje mätning klipptes 9 rutor. Datum för mätningarna var 8 maj, 23 maj och 28 juni 2002. Höstvetets utvecklingsstadium var vid dessa tillfällen 30, 32 och 69.

Kväveleverans försök: Korn och höstvetete, 2003-2004

Uppgifter från Thomas Börjessons och Ingemar Gruvaeus projekt nr:200304: ”Bestämning av platsspecifik kväveleverans till stråsäd med hjälp av jordanalys med NIR och bärbar sensor från Yara”. I denna undersökning klipptes det grödprover vid utvecklingsstadium 43 i höstvetete (tabell 1) och 31 i korn (tabell 2). Klippningarna gjordes i ogödslade rutor. Samtidigt mättes reflektansen i rutorna med hjälp av en handburen N-sensor. Vid dessa mätningar användes de långhalsade sensorerna 6 och 7.

Tabell 1. Höstvete. Mätningar och klippningar utförda i försöken mellan 2003-06-04 till 2003-06-14 och 2004-05-25 till 2004-06-05 i utvecklingsstadium 43

Försöksserie	År	sensor	Försöks adb-nr	sort	Antal prover
L3-2262	2003	7	03D.126	Kris	3
		7	03D.127, 129	Tarso	8 (4/plats)
		7	03D.128, 130	Kris	8 (4/plats)
L3-2264	2003	6	03D.103, 106-108 76532., 76533.,	Olivin	16 (4/plats)
L7-150	2003	6	77142.	Kosack	9 (3/plats)
		6	76534., 77144.	Kosack	4 (4/plats)
L3-2272	2004	7	03e.103, 106-107	Gnejs	12 (4/plats)
		7	03e.104-105	Kris	8 (4/plats)
L7-150B	2004	6	07B.285, 290	Olivin	8 (4/plats)
		6	07B.288	Olivin	2
		6	07B.289	Olivin	3
		7	07B.287	Olivin	4
M3-2271A	2004	6	03e.075	Olivin	4
		6	03e.076	Harnesk	3
		6	03e.078	Harnesk	4
		6	03e.079	Olivin	4
		6	03e.080	Olivin	3
		7	03e.077	Olivin	3
					110

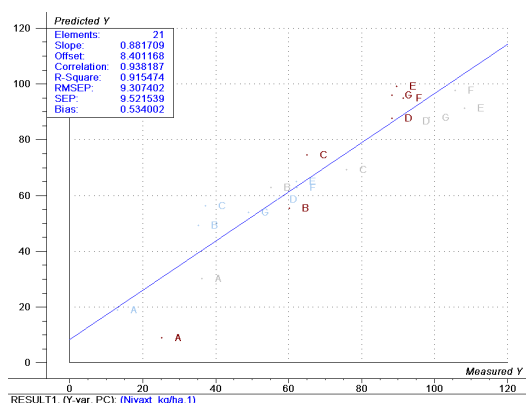
Tabell 2. Korn. Mätningar och klippningar utförda i försöken mellan 2003-05-26 till 2003-06-23 och 2004-06-01 till 2004-06-08 i utvecklingsstadium 31

Försöksserie	År	sensor	Försöks adb-nr	sort	Antal prover
L3-2254	2003	7	03D.121-25	Barke	20 (4/plats)
L3-2260	2003	6	03D.091, 96	Astoria/Wikingett	8 (4/plats)
			07B.106, 114-		
L7-426	2003	6	115	Baronesse	12 (4/plats)
		6	07B.113	Baronesse	3
		7	07B.110	Otira/Baronesse	4
		7	07B.111-112	Baronesse	8 (4/plats)
L3-2254-2	2004	7	03e.081, 083-		
			085	Barke	16 (4/plats)
			03e.082	Barke	3
M3-2270A	2004	6	03e.067, 69-72,		
			74	Astoria	24 (4/plats)
					98

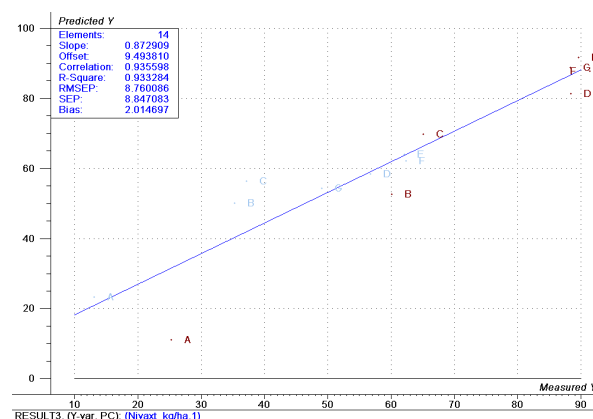
Resultat och diskussion

Götala 2007

I försöket på Götala med en kvävestege i havren och med mätningar och klippningar vid tre olika tillfällen blev det ett mycket bra samband mellan n-sensormätningarna och kväveinnehållet i grödan $R^2=0,92$ (se figur 1). Kväveinnehållet i grödan kunde predikteras med ± 9 kg ha^{-1} . I datasetet var spannet i grödans kväveinnehåll 13-108 kg N ha^{-1} . Plockades den sista klippningen i stadium 51 bort blev $R^2=0,93$ (figur 2), spannet i kvävehalt låg då på mellan 13 till 91 kg N ha^{-1} . I tabell 3 visar utvärderingen av modellerna att de fungerar bra med ett RPD runt 3. Resultaten från försöket visar på bra möjligheter att uppskatta kväveinnehållet. Det visar på bra prediktioner då det är stora variationer i kväveinnehåll dels på grund av kvävegödslingsstegen och dels av att klippningar skett vid olika utvecklingsstadier.



Figur 1. Samband mellan kväve i grödan och S1CER-indexet i försöket pa-7031 på Götala. N i växt mot S1CER validering med borttagning av ett klipptillfälle åt gången.



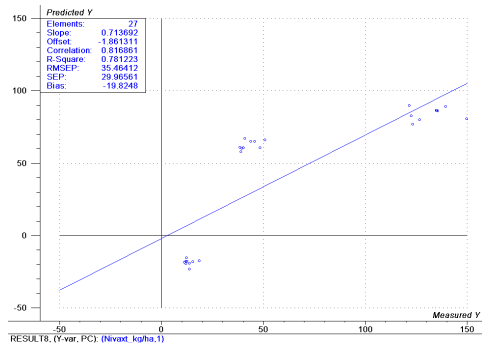
Figur 2. Samband mellan kväve i grödan och S1CER-indexet i Götalaförsöket, endast utv.stadium 30 och 37

Tabell 3. Resultat från de korsvaliderade linjära regressionerna. Utvärdering av de olika sensorindexen mot grödans kväveinnehåll, kg N / ha

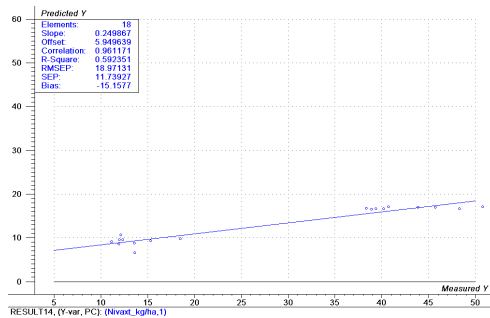
Grupp	Stadium	Antal	Index	r^2	R^2	RMSEP	RPD
Götala 2007	alla	21	S1CER	0,88	0,92	9	3,0
	alla	21	SN	0,90	0,93	8	3,3
	DC 32&37	14	S1CER	0,88	0,93	9	2,9

Lanna 2002

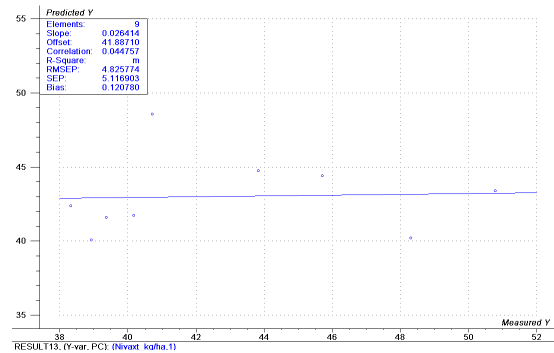
I Lanna försöket blev sambandet mellan kväveinnehåll i grödan och S1CER-indexet bra med ett R^2 -värde på 0,78 (figur 3). I försöket är det de tre olika klipptidpunkterna som ger variationen i kväveinnehåll i grödan som låg mellan 11-150 kg N ha⁻¹. Tar man endast klippningarna vid utvecklingsstadium 30 och 32 (figur 4) blir R^2 -värdet 0,59. Men här ser man tydligt att kväveinnehållet i den andra klippningen blir underpredikerat då kväveinnehållet i den klippningen ligger på 38-51 kg N ha⁻¹. I figur 5 visas de 9 klippningarna vid stadium 32, här kunde inga samband påvisas. Detta visar tydligt att man med hjälp av S1CER-indexet kan skilja på de olika tidpunkterna men att man vid samma klipptillfälle inte klarar av att prediktera kvävehalten. Utvärderingen av modellerna i tabell 4 visar att RPD är mindre än två för alla modeller.



Figur 3. Samband mellan kväve i grödan och S1CER-indexet i försöket Do-1131på Lanna, 2002. Validering med borttagning av ett klipptillfälle åt gången



Figur 4. Samband mellan kväve i grödan och S1CER-indexet i Lannaförsöket vid utvecklingsstadium 30 och 32. Systematisk korsvalidering med borttagning av ett helt klipptillfälle åt gången



Figur 5. Samband mellan kväve i grödan och S1CER-indexet i Lannaförsöket vid utvecklingsstadium 32, full korsvalidering

Försöket på Lanna var inget gödslingsförsök utan där innehöll alla prover från samma klippningstidpunkt ungefär samma mängd kväve. Det blir tre tydliga grupper, en för varje klipptillfälle, som även är ett specifikt utvecklingsstadium. Både i första och sista klipptillfället blev kväveinnehållet underpredikerat. Detta visar att det är svårt att förutsäga kväveinnehåll vid olika utvecklingsstadier om det inte finns mätvärden som täcker in dessa. Undersöks enbart ett klipptillfälle i taget dvs. vid ett utvecklingsstadium, är det inte stor skillnad i kväveinnehållet. I detta fall klarar S1CER-indexet inte av att prediktera kväveinnehållet.

Tabell 4. Resultat från de korsvaliderade linjära regressionerna. Utvärdering av de olika sensorindexen mot grödans kväveinnehåll, kg N / ha

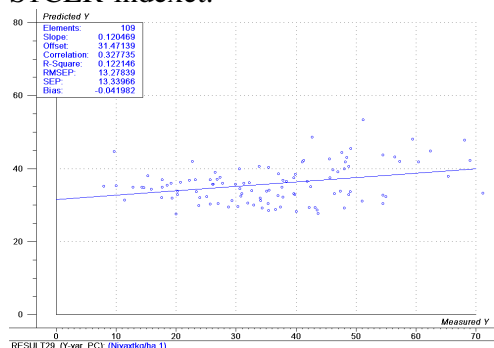
Grupp	Stadium	Antal	Index	r^2	R^2	RMSEP	RPD
Lanna 2002	alla	27	S1CER	0,67	0,78	35	1,5
		27	SN	0,39	0,26	65	0,8
	DC 30&32	18	S1CER	0,92	0,59	19	0,8
		18	SN	0,95	0,63	18	0,9
	DC32	9	S1CER	0,00		5	0,9
		9	SN	0,46	0,54	3	1,4

Kväveleverans försök: Korn, 2003-2004

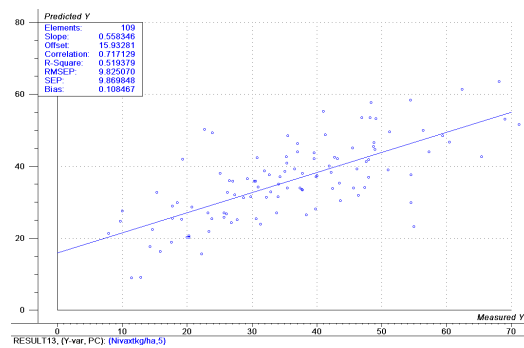
Sambanden mellan kvävehalten i klippningen och S1CER-indexet i korn var svaga med $R^2=0,16$ och $r^2=0,14$. När de 60 våglängder som fanns i den ursprungliga kväveleveransundersökningen jämfördes med kväveinnehållet blev $r^2=0,28$. Kväveinnehållet i de klippta grödproverna låg mellan 4-50 kg N ha⁻¹.

Kväveleverans försök: Höstvet, 2003-2004

Från den ursprungliga kväveleveransundersökningen jämfördes de 60 våglängderna med kväveinnehållet och resultatet blev ett R^2 -värde på 0,52 (figur 7) medan vi när vi extraherat om alla filer till det nya indexet endast fick ett R^2 -värde på 0,12 (figur 6). Spännvidden på kväveinnehållet var mellan 8-71 kg N ha⁻¹. Ingen av modellerna fick ett RPD-värde större än två (tabell 6). Resultatet visar att det finns mer information i de 60 våglängderna än i S1CER-indexet. I materialet från kväveleveransförsöken, med mätningar i nollrutor från korn och höstveteförsök verkar skillnaderna i kväveinnehållet inte avspeglas på samma sätt i S1CER-indexet.



Figur 6. Samband mellan S1CER-indexet och kväve i höstvetet (kg N ha⁻¹), kväveleveransförsöken, i utvecklingsstadium 43. Full korsvalidering.



Figur 7. Samband mellan de 60 våglängderna och kväveinnehållet i höstvetet (kg N ha⁻¹), kväveleveransförsöken, i utvecklingsstadium 43. Full korsvalidering.

Tabell 5. Resultat från de korsvaliderade linjära regressionerna. Utvärdering av de olika sensorindexen mot grödans kväveinnehåll, kg N / ha

Grupp	Antal	Index	r^2	R^2	RMSEP	RPD
Höstvet 2003-2004 DC43	109	S1CER	0,11	0,12	13	1,1
	109	SN	0,12	0,13	13	1,1
	109	Alla 61vl	0,51	0,52	10	1,4

I en modell för mätning i nollrutor i ett specifikt utvecklingsstadium måste n-sensormätningar och grödklippningar utföras med stor noggrannhet. Eftersom de skillnader i kvävehalter man då mäter är mindre än i gödslade försök. Kanske är det att det är liknande utvecklingsstadium och kvävehalter som gör att prediktionerna för korn och höstvetet från kväveleveransförsöket blir dåliga.

Varför mätningarna i kväveleveransförsöket inte blev bättre kan bero på att mätningar är utförda med olika sensorer. Dessutom skiljer sig mätningsförfarandet mellan olika personer i skilda regioner. Att n-sensormätningarna har utförts olika på olika platser syns på tidsmarkeringen på filen för varje mätning. Denna variation är ganska stor och det kan skilja ganska lång tid mellan första och sista mätningen i samma ruta (ska vara 4 mätningar/ruta). Här skulle det behövas en standardisering av hur man går till väga. Vilket skulle innebära att mätningar i försök utförs på samma sätt av alla som mäter. Dessutom ska alla sensorer kalibreras regelbundet.

Slutsats

Frågeställningarna var ifall N-sensorn är tillräckligt bra som verktyg för bestämning av kväveinnehåll i spannmålsgrödor i såväl forsknings-, försöks- och rådgivningsverksamhet samt i vilka utvecklingsstadier den kan användas. I enskilda försök där n-sensormätningarna gjorts med relativt kort tid mellan de olika mätningarna i samma ruta och grödklippningar har skett på en för rutan representativ yta så fungerade det bra. Som exempel i Götalaförsöket (PA-7031) där det mättes med handburen n-sensor i hela försöket, alla rutor alla block, men grödklippningar gjordes bara i ett block vid varje mättillfälle. I de rutor som inte klipptes uppskattades kväveinnehållet med hjälp av n-sensormätningarna som då relaterades till de rutor som både mättes med n-sensor och klipptes. Däremot gick det inte utifrån de data som var tillgängliga för denna undersökning att ta fram en generell modell för att bestämma kväveinnehållet i spannmålsförsök utan att kombinera med klippningar i respektive försök.

- Det användningsområde som är applicerbart idag är att för samma kostnad som idag, istället för ledvisa klippningar få rutvisa uppskattningar av biomassa och kväveinnehåll i ett enskilt försök. Man klipper idag oftast inte rutvis då det blir för dyrt utan man klipper ledvis. Genom att klippa rutvis i ett block och mäta med N-sensorn i resterande rutor så får man rutvisa värden vilket ger säkrare resultat från försöken.

Publikationer

Avses att publiceras i forskargruppens publikationsserie: Precisionsodling.

Övrig resultatförmedling till näringen

Projektmöten där resultatet förmedlades har genomförts både med Lantmännen och med Hus-hållningssällskapet. Detta kommer att vara aktuellt att redovisa på kommande växtodlingsmöten (fältvandringar och årlig växtskydds- och växtodlingskonferens i Uddevalla.).